

城市停车场建设投资的综合成本比较分析

谢志明¹ 陈先龙¹

(1. 广州至信交通顾问有限公司, 广东 广州 510030)

摘 要: 运用微观经济学基本原理, 说明了城市停车场投资综合成本的基本概念, 并根据综合成本变化曲线, 针对自行车多层停车楼和机械式立体停车库两大类型的城市停车场, 进行了详细的综合成本比较分析和建设项目经济性分析, 提出政府应有相应的优惠策略的建议, 为城市停车场的投资建设提供了重要的经济参考依据

关键词: 城市停车场; 微观经济学; 综合成本

中图分类号: U 491 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7037(2005)01-0102-06

城市停车场的建设投资不能完全等同于一般房地产项目的开发建设, 特别是公共停车场的建设, 应以满足城市交通总体效益为主要目标, 经济效益和社会效益并重。因此, 有必要对城市停车场的建设投资进行详细的综合成本分析, 为政府、社会或者个人在投资停车场项目时提供一个重要的参考依据^[1~3]。

1 分类及综合成本概念

1.1 停车场的分类

城市停车场类型是体现停车场属性的某一方面, 主要有以下几种常用的分类方式^[2]。

a 按停放车辆的性质分为机动车停车场和非机动车停车场

b 按停车场的服务对象分为专用停车场和公共停车场

c 按停车场地的使用分为临时停车场和固定停车场

d 按停车地点分为路面(路边停车场)、路外地面停车场、停车楼和地下停车库

e 按停车的方式分为自行车式停车场和机械式停车场

根据目前城市停车的实际状况和不同的停车方式, 基本可划分为自行车式停车和机械式停车两种形式。根据作者的研究目标, 按自行车式停车场和机械式停车场两大类进行界定, 便于下文的分析说明^[1]。

自行车式停车场, 指通过驾驶员驾车直接将汽

车驶入或驶出停车泊位来实现存取停放车辆的停车设施。主要包括路边停车场、地面停车场及坡道式地下停车库、坡道式多层停车楼等型式。

机械式停车场, 根据此类停车场的运行特点, 又可分为全自动和半自动两种^[4]。全自动机械式停车场是指完全利用机械设备将车辆运送且停放到指定泊位或从指定泊位取出的停车设施, 主要由机械停车设备和运送器组成。根据机械停车设备类型的不同, 主要包括升降横移式、垂直循环式、巷道堆垛式、垂直升降式和简易升降式等多种型式。半自动机械式停车场是指停车场内安装有机械停车设备, 并通过驾驶员自行驶入和驶出停放车辆的停车设施, 是介于自行车式停车场与全自动机械式停车场之间的一种类型。比如仅仅为增加泊位规模而在自行车式停车库内加装升降横移式停车设备的停车库, 为节省进出通道而利用汽车专用升降机作为出入库工具的停车库, 但仍需由驾驶员自行驶入和驶出, 故称为半自动机械式停车场, 将此类停车场也列入机械式停车场类型。

无论是自行车式停车场、全自动机械式还是半自动机械式停车场, 因建筑结构形式不同, 均可建成平面式和立体式, 作者主要针对自行车式多层停车楼和全自动机械式立体停车库进行分析。

1.2 综合成本基本概念

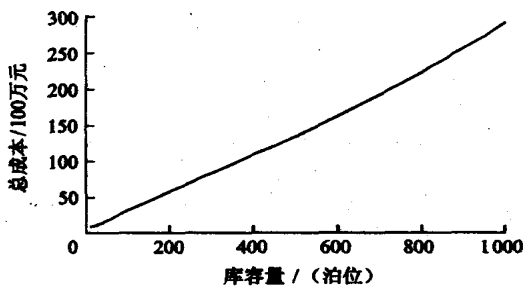
投资综合成本是指投资项目建设成本与运营成本的总和, 是反映投资建设项目是否获得经济效益的一项综合性经济指标, 也是投资建设项目进行不同方案优化选择的决策依据之一, 主要包括综合总成本和平均综合总成本两项指标^[5]。

根据停车场建设项目的特点及有关经济分析的统计, 投资此类项目的综合成本主要包括土地费用(含征地、拆迁, C_{e1})、土建工程(建筑与结构)费用(C_{e2})、设计咨询费用(C_{e3})、设备费用(C_{e4})和运行费用(C_{w1})、维护保养费用(C_{w2})、管理费用(C_{w3})、设施折旧(C_{w4})、运营收入税金(C_{w5})等, 这些成本费用要素可归纳为投资建设成本(C_e)和运营成本(C_w)两部分, 其中 C_e 是指前 4 项费用, C_w 是指后 5 项费用^[6]。

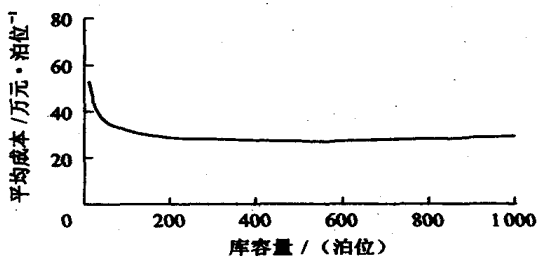
各项成本费用的总和称为停车场项目的综合总成本(TC)。单位停车泊位的 TC 称为停车场项目的平均综合总成本(ATC), 也就是指停车场项目投入的综合总成本(TC)除以其停车场规模即库容量(N)^[5]。 TC 可用公式(1)表示, 即

$$TC = C_e + C_w = \sum_{i=1}^4 C_{ei} + \sum_{i=1}^5 C_{wi} \quad (1)$$

根据上述分析, 投资停车场项目的建设资金和运营成本的多少与 N 的大小和停车场的类型密切相关。经过投入成本统计, TC 随着 N 的扩大而增加, 其增长率因停车场类型及建设过程而不同, 如图 1(a) 的变化曲线所示。从图中曲线的变化趋势看, 在进行不同类型停车场项目投资方案优化选择的决策时, 仅进行 TC 这一经济指标的分析较难做出最优方案的判断。



(a) TC 的变化曲线



(b) ATC 的变化曲线

图 1 投资建设停车场项目的综合成本变化曲线^[1]

同样地, ATC 与 N 的关系, 如图 1(b) 的变化曲线所示, 其曲线形式与 TC 曲线形式有明显的区别, TC 曲线在图中显示为随 N 的增加而逐渐增加, 而 ATC 曲线在图中显示为类似 L 型曲线, 即随 N 的增加而逐渐降低, 但当 N 超过一定

规模时, 因停车场项目建设规模及技术难度的加大而导致 ATC 会有所增加, 此时 ATC 曲线将呈现反向略有上升的变化趋势。 ATC 经济指标能更明确地反映出建设项目是否获得更大利益, 常常作为投资建设项目的决策依据。

2 综合成本分析

自行式多层停车楼和机械式立体停车库建设项目具有不同的技术经济特点, 反映出的综合成本曲线特征也不同。表 1^[6] 为针对两类停车场项目建设及运营成本的不同, 比较分析两者的技术经济特点。

表 1 两类停车场项目的技术经济特点比较

项目	自行式多层停车楼	机械式立体停车库
C_{e1}	占地面积大, 征地范围大, 拆迁量大, 土地费用成本较高	占地面积小, 征地范围小, 拆迁量小, 土地费用成本较低
C_{e2}	属主体工程, 造价较高	属辅助工程, 造价较低
C_{e3}	建筑工程设计标准	建筑与机械工程设计标准结合
C_{e4}	主要是照明、消防等配套设施费用, 成本较低	除消防等配套设施费用外, 机械停车设备费用高, 成本较高
C_{w1}	保证照明及通风配套设施日常运转, 成本较低	保证机械设备运行等配套设施日常运转, 成本较高
C_{w2}	简单设施的维护保养, 成本较低	机械停车设施的日常维护保养, 定期维修, 成本较高
C_{w3}	配备管理人员较多, 人员工资、管理费用成本相对较高	根据系统要求配备管理人员较少, 管理费用成本较低
C_{w4}	建筑使用年限一般为 50~70 年	设备使用年限一般为 30~40 年
C_{w5}	包括营业税、利润所得税等	包括营业税、利润所得税等

2.1 综合成本敏感性影响因素

TC 主要由九大费用成本($C_{wi} + C_{ei}$)要素组成, 各项费用成本在 TC 中所占的比重不一致。一般来说, 所占比重越大, 影响建设投入的 TC 大小的敏感性也越大; 反之某项费用成本要素发生变化时对投入 TC 的影响越大, 其所占比重也越大。

选择广州市区已建成的自行式多层停车楼和机械式立体停车库, 根据式(1)计算各自的 TC , 统计分析各项成本要素的比重及其对 TC 的影响程度, 得出图 2^[1], 曲线的变化趋势表现出以下特点:

a. 对自行式多层停车楼综合总成本($TC_{\text{自行式}}$)影响较大的组成要素主要包括 C_{e1} , C_{e2} 和 C_{w3} , 其它成本组成要素的影响较小, 其中 C_{e1} 对 $TC_{\text{自行式}}$ 的敏感性影响是最大的, 其次是 C_{e2} , 这也说明这两项占 $TC_{\text{自行式}}$ 的比重是最大的。

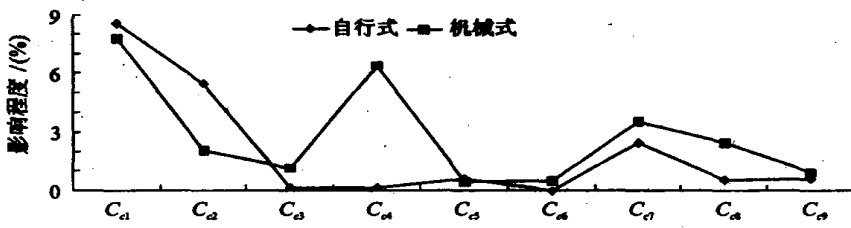


图2 综合成本影响因素敏感性变化曲线

b 对机械式立体停车库综合总成本 ($TC_{机械式}$) 影响较大的组成要素主要包括 C_{e1} , C_{e4} , C_{w3} 和 C_{w4} , 其它成本组成要素的影响较小, 其中影响最大的也是 C_{e1} , 其次 C_{e4} , 说明这两项占 $TC_{机械式}$ 的比重是最大的

通过以上的比较分析发现, 除了与停车场项目类型本身结构工程密切相关的综合成本敏感性影响因素对 TC 的影响程度不同外(自行车式多层停车楼是指 C_{e2} , C_{e4} 和 C_{w4}), 其它相关敏感性影响因素的影响程度基本相近 无论是自行车式多层停车楼还是机械式立体停车库, C_{e1} 是敏感性影响最大的因素, 也是各类停车场项目 TC 的最大组成部分

2.2 不同类型停车场项目的综合成本比较分析

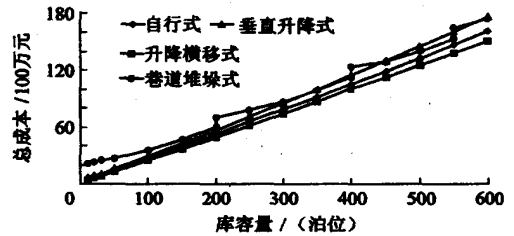
上述自行车式多层停车楼和机械式立体停车库 TC 组成的比较分析表明, 两大类停车场项目的 C_{e1} , C_{e2} 和 C_{e4} 三个成本要素占有较大比重 参照广州市建筑工程常规计费标准和机械停车设备常规市场指导价, 选择城市中心区较为典型的钢筋混凝土结构坡道式多层停车楼与垂直升降式、升降横移式和巷道堆垛式三类常见机械式立体停车库的建设项目, 统计各类停车场项目的综合成本, 得出图3^[1], 曲线的变化趋势主要体现了以下几方面的经济特征

a 停车场项目的 TC 均随库容量 N 的增大而呈直线上升趋势, 其中垂直升降式停车库的增长趋势最大, 其次是自行车式停车楼和升降横移式停车库, 而巷道堆垛式则呈现锯齿型上升的变化

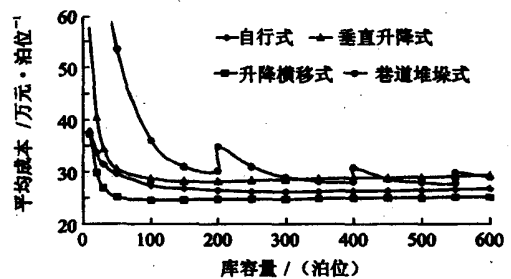
b 停车场项目的 $A TC$ 随库容量 N 的增大而呈类似 L 型曲线下降趋势, 即随建设规模的增大其 $A TC$ 逐渐降低, 但当达到较大规模后则呈现反向平缓上升的趋势

c 建设同等规模的停车场项目, 巷道堆垛式和垂直升降式机械立体停车库的 TC 和 $A TC$ 均高于自行车式多层停车楼, 其中巷道堆垛式最高, 但达到一定规模(大于 300 个泊位)后, 巷道堆垛式会略低于垂直升降式 主要是因为目前采用这两类机械停车设备的关键技术部件仍需进口, 设备费用相对昂贵, 加上机械停车设备的日常维护和

保养成本, 导致这两类机械式立体停车库的综合成本均比自行车式多层停车楼高



(a) TC 曲线



(b) $A TC$ 曲线

图3 综合成本比较

d 建设同等规模的停车场项目, 升降横移式机械立体停车库的 TC 和 $A TC$ 略低于自行车式多层停车楼, 特别是建设规模较小时, 升降横移式的 $A TC$ 要比自行车式多层停车楼低得多, 主要是因为此类机械停车设备已基本实现国产化, 且易建成纯钢结构形式, 导致其综合成本相对较低

e 当建设规模较小时, 在建设同等规模的情况下, 巷道堆垛式和垂直升降式两类机械立体停车库的 $A TC$ 均远远高于升降横移式和自行车式多层停车楼, 此时前两者 $A TC$ 表现很陡的下降趋势, 从经济成本考虑, 这两类机械式立体停车库不宜建设规模太小的停车场项目

f 巷道堆垛式机械立体停车库的 TC 和 $A TC$ 均表现出锯齿型的变化趋势, 主要原因是在锯齿点的建设规模下因使用巷道堆垛机数量的不同而导致其综合成本产生相应的突变 随着建设规模的增大, 此类停车库 TC 的减小趋势越来越平缓, 达到一定规模(大于 300 个泊位)后还低于垂直升降式, 并逐渐接近自行车式多层停车楼, 说明此类机械式立体停车库适宜建设规模大的停车场项目

g 停车场项目的投资回收期与投入的 TC 成正比, 因此, 建设同等规模的停车场项目, 采用巷道堆垛式或垂直升降式机械立体停车库的投资回收期相对较长, 而采用自行式多层停车楼和升降横移式机械立体停车库相对较短

2.3 基于综合成本的适宜建设规模分析

平均综合总成本 A_{TC} 是包括建设成本与运营成本的综合性成本指标, 也是反映停车场项目建设经济性的一个重要指标, 其变化曲线更直观地反映了不同类型停车场项目的经济建设规模。根据对图 3(b) 的分析, 从经济性角度提出不同类型停车场项目的适宜建设规模, 为相关建设项目的实施提供经济参考依据

a $N < 20$ 个泊位时, 各类停车场项目的 A_{TC} 均较高, 特别是巷道堆垛式和垂直升降式的 A_{TC} 呈现很陡的下降变化趋势, 且远远高于其它两类, 说明巷道堆垛式和垂直升降式不适宜建设规模太小的停车场项目, 此时宜选择自行式多层停车楼或升降横移式机械立体停车库比较经济。

b $N > 100$ 个泊位时, 随着建设规模的逐渐增大, 巷道堆垛式的 A_{TC} 下降趋势变缓, 超过一定规模后 ($N > 300$ 个泊位) 略低于垂直升降式, 且逐渐接近自行式多层停车楼, 说明巷道堆垛式机械立体停车库适宜建设规模较大 ($N > 100$ 个泊位) 的停车场项目, 建设规模越大越经济。

c $N > 30$ 个泊位时, 随建设规模的逐渐增大垂直升降式的 A_{TC} 下降趋势变缓, 当达到约 100 ~ 150 个泊位时, 其 A_{TC} 最小, 当超过 250 个泊位时, 其 A_{TC} 随建设规模的增大而逐渐增加, 说明垂直升降式机械立体停车库的经济性适宜建设规模为 30 ~ 200 个泊位。

d 随着建设规模的逐渐增大, 升降横移式机械立体停车库与自行式多层停车楼的 A_{TC} 下降趋势相对平缓, 当 $N < 200$ 个泊位时, 升降横移式的 A_{TC} 比自行式多层停车楼低得多; 当 $N > 200$ 个泊位时, 自行式多层停车楼的 A_{TC} 随建设规模增大而基本保持不变, 升降横移式的 A_{TC} 随库容量增大而呈现平缓上升增加趋势, 逐渐接近自行式多层停车楼, 说明升降横移式停车库的建设规模不宜超过 200 个泊位, 而自行式多层停车楼的适宜建设规模范围较大。

在交通条件、环境条件和用地条件允许时, 结合不同类型单套机械停车设备的适宜库容规模值、自行式多层停车楼建筑特点和各类停车场项目建设运营的实际情况, 针对以上分析, 提出经济性好、使用效率高的适宜建设规模参考值(表 2)。

表 2 不同类型停车场项目的建设规模参考值

序号	停车场(库)类型	适宜泊位	最经济泊位
		/个	/个
1	自行式停车楼	20~ 1 000	200~ 1 000
2	升降横移式机械停车库	10~ 200	50~ 150
3	巷道堆垛式机械停车库	150~ 1 000	350~ 1 000
4	垂直升降式机械停车库	30~ 200	100~ 200

3 不同类型停车场项目的效益比较

3.1 经济效益分析

根据上述分析, 建造同等规模的营业性停车场项目, 巷道堆垛式和垂直升降式机械立体停车库的综合成本均高于自行式多层停车楼, 仅建成机械设备技术水平含量较低的升降横移式机械立体停车库的综合成本略低一些。因此, 从经济效益的角度来看, 建设停车场项目时采用升降横移式机械立体停车库, 比其它三类停车场项目具有投资成本低且投资回收快的优势。

根据停车场项目成本效益的统计, 无论是投资建设自行式多层停车楼还是机械式立体停车库, 明显表现出停车场项目投入的综合成本比较高, 投资回收期比较长, 经济效益不明显, 导致社会资金投入的积极性不高, 也是城市停车场特别是公共停车场的建设与发展严重滞后的一个重要制约因素。因此, 从经济角度考虑, 作为一项公益性的城市交通基础设施, 城市停车场应列入城市建设的重点项目之一。在投资建设城市停车场项目上, 特别是社会公共停车场, 政府应设立城市公共停车场建设专项基金, 并制定相应的优惠政策, 提高社会或民间投资的积极性, 为城市停车场的建设创造一个良好的投资环境。

3.2 社会效益分析

根据上述分析, 一般情况下, 建设同等规模的停车场项目, 虽选择机械式立体停车库具有投资综合总成本高、投资回收较慢的缺点, 但也有节约占地面积、空间利用率高、使用方便、易于安全管理、节能环保以及美化市容等诸多优势, 在停车位供需矛盾最为突出的城市中心区, 由于城市用地的日趋紧张和土地价格的昂贵, 发展机械式立体停车库已刻不容缓, 而且机械式立体停车库的诸多优势也使其成为解决问题的有效途径。

根据对不同类型停车场建设用地的统计分析, 得出自行式多层停车楼和机械式立体停车库的占地面积与建设规模(泊位数)的关系图(图 4)^[1]。图 4 表明, 建设同等规模的停车场项目, 一般情况下自行式多层停车楼的占地总面积都大于

其它三类机械式立体停车库,其次是升降横移式,垂直升降式占地面积最小 当库容规模较小时,巷道堆垛式占地面积较大,超过100个泊位时其占地面积仅比垂直升降式的大 从占地面积的情况看,巷道堆垛式不适宜库容规模小于100个泊位的停车场项目 随着建设规模的增大,自行车式多层停车楼的占地面积远远大于垂直升降式和巷道堆垛式,升降横移式略小于自行车式停车楼,说明建设机械式立体停车库能节约大量的城市土地资源,因此节约的城市土地资源可用于城市其它建设项目的开发,将产生用于停车功能以外的社会边际效益,直接体现了一定的社会效益

个,自行车式多层停车楼基本接近 $15 \text{ m}^2/\text{个}$ 。显然,在当前城市土地资源越来越紧缺的情况下,采用机械式立体停车库,有利于节约城市用地,提高城市空间利用率,给城市建设带来了社会效益 另外机械式立体停车库的节能环保、美化城市环境等优势也体现了一定的社会效益,自行车式多层停车楼则更适合用地条件比较充裕的城市区域

3.3 优惠策略分析

由于投资停车场项目具有成本高、收益慢的缺点,若按一般建筑工程进行投资建设,难以促进社会或民间资金的投入 政府有必要通过采取减免税费的相关优惠措施,将停车场建设列入公益性城市基础设施建设的重点之一,为停车场项目建设创造良好的投资环境,刺激社会或民间资金投入的积极性,加快城市停车场的建设,达到有效缓解城市“停车难”问题的目的

根据停车场项目综合成本影响因素的敏感性分析得知,不同类型停车场具有相近影响程度的敏感性影响因素主要是 C_{c1} 和 C_{w5} 参照国外的经验,计算得出采取不同减免税费优惠措施情况下的 $A TC$ 变化曲线^[1](图5)。

图5中系列曲线的变化趋势显示,通过采取减免税费的优惠措施后,停车场项目的 $A TC$ 都有所降低,其中采取免征地费优惠措施后降低幅度最小,其次是采取在投资回收期内免营业税优惠措施,而采取免拆迁费和在投资回收期内减部分所得税优惠措施后 $A TC$ 的降低幅度相对较大,并以采取免拆迁费优惠措施的降低幅度最大,说明采取免土地费用(包括征地费和拆迁费)优惠措施是降低停车场项目综合成本投入最有效措施,而在投资回收期内采取减免税费优惠措施也是一个非常有效的措施,因此这也是政府制定相关减免税费等具体优惠措施的一个重要的经济参考依据

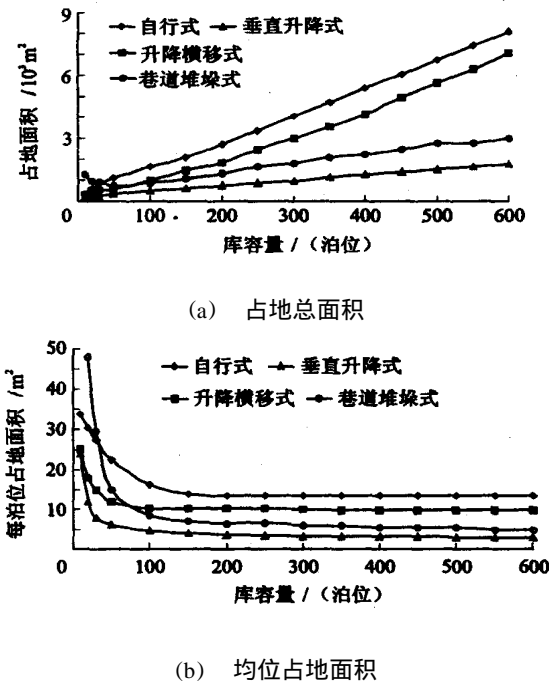


图4 自行车式停车楼与机械式停车库的占地面积比较

从图4(b)可见,当建设规模达到一定程度时,垂直升降式机械立体停车库占地面积不足 $5 \text{ m}^2/\text{个}$,巷道堆垛式随库容规模的增大而减小,并逐渐接近 5 m^2 ,升降横移式的占地面积约 $10 \text{ m}^2/$

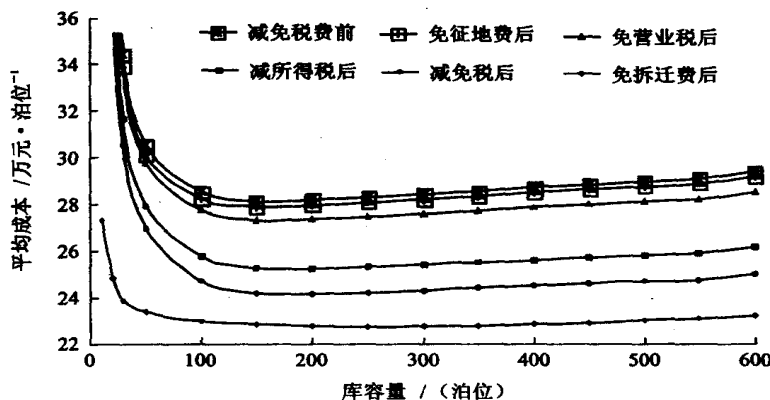


图5 采取不同减免措施情况下的 $A TC$ 变化曲线

4 结 语

城市停车场建设的综合成本普遍较高, 投资回收期长、经济效益不明显, 是直接导致城市停车场特别是公共停车场建设与发展严重滞后的重要因素之一。城市停车场的建设与发展是城市综合交通中的一项系统性工程, 政府在设立城市停车场建设专项基金的同时, 应大力提供相关优惠政策, 以创造良好的建设环境, 刺激社会或民间资金投入的积极性, 才能更有力地推动城市停车场的建设^[1-3]。

随着我国加入 WTO 及国家推动汽车产业发展政策的相继出台, 预计广州市机动车拥有量的增长将会更加迅猛, 必然引发城市停车需求的大幅增长, 带来更加严峻的停车问题。在当前城市土地资源日趋紧缺的情况下, 今后城市停车场的建设可优先考虑选用机械式立体停车库形式, 它能

充分利用有限的城市空间提供更多的停车位, 特别在停车位供需矛盾最为突出的城市中心区, 是首选的停车场形式, 有利于节约大量城市用地, 节能环保和美化城市环境, 给城市建设带来多重社会效益。

参 考 文 献

- [1] 广州市交通规划研究所. 广州市区机械式立体停车库近期实施规划研究[R]. 广州: 广州至信交通顾问有限公司, 2003
- [2] 广州市交通规划研究所. 广州市区公共停车场规划[R]. 广州: 广州至信交通顾问有限公司, 2002
- [3] 张秀英, 丁宇华. 解决城市停车问题发展城市停车产业[J]. 工程建设与设计, 1999, (5): 6-8
- [4] 中国重型机械工业协会, 停车设备管理委员会. 机械式立体停车库[M]. 北京: 海洋出版社, 2001.
- [5] 平狄克, 鲁宾费尔德. 微观经济学(第四版)[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000
- [6] 缪立新, 杨宽. 城市经营性停车场投资机会分析[J]. 城市规划, 2001, (6): 5-6

Compositive Cost Analysis on Investment of the Urban Parking Lots

XIE Zhi-ming¹ CHEN Xian-long¹

(1. Guangzhou Zhixin Transportation Consultant Co. Ltd., Guangzhou 510030, China)

Abstract: The general conception of the urban parking lots' compositive cost is described by using the basic microeconomics theory. In accordance with the proper motion multilayer garage and the mechanical tridimensional garage, the compositive cost and economics of constructions are analysed in detail. At the same time it is suggested that the government must put forward the corresponding preferential strategy for the construction of the urban parking lots.

Key words: urban parking lots; microeconomics; compositive cost

(上接第 101 页)

[5] Li C. Optimum multiple tuned mass dampers for structures under the ground acceleration based on DDMF and ADMF[J]. Earthquake Eng. Struct. Dyn., 2002, 31(4): 897-919.

[6] Li C, Liu Y. Further characteristics for multiple tuned mass dampers[J]. J. Struct. Eng., 2002, 128(10): 1362-1365.

大跨桥梁振动的杠杆调谐质量阻尼器控制策略评价

李春祥¹

(1. 上海交通大学 建筑工程与力学学院, 上海 200030)

摘要: 根据建立的 LT-TMD-结构系统的动力放大系数解析式, 讨论了 LT-TMD 的动力特性(包括冲程)。数值结果表明, LT-TMD 和传统的 TMD 具有相同的控制有效性和冲程; 然而, LT-TMD 比传统的 TMD 具有更大的最优调谐频率比和更小的最优阻尼比。LT-TMD 的关键优点是可通过移动支撑的位置来限制 LT-TMD 弹簧的静力和动力伸长而保持其控制有效性和冲程不变。鉴于此, LT-TMD 可能是控制大跨桥梁振动的一种较好的策略。

关键词: 阻尼; 振动控制; LT-TMD; 动力吸振器; 性能评价